

## Mention « Espaces Ressources Milieux »

Stage effectué du 2 mai 2012 au 31 juillet 2012

Par NACIBIDE Fabiola

Au Cirad Guadeloupe

Sur le thème de :

Analyse des traits fonctionnels relatifs à l'aptitude à couvrir le sol d'une gamme de plantes de couverture - cas des systèmes de culture bananière aux Antilles -
---

Année scolaire 2011-2012

**Maître de stage :** Dr Gaëlle DAMOUR



## Engagement de non plagiat

### ① Principes

- Le plagiat se définit comme l'action d'un individu qui présente comme sien ce qu'il a pris à autrui.
- Le plagiat de tout ou parties de documents existants constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée
- Le plagiat concerne entre autres : des phrases, une partie d'un document, des données, des tableaux, des graphiques, des images et illustrations.
- Le plagiat se situe plus particulièrement à deux niveaux : Ne pas citer la provenance du texte que l'on utilise, ce qui revient à le faire passer pour sien de manière passive. Recopier quasi intégralement un texte ou une partie de texte, sans véritable contribution personnelle, même si la source est citée.

### ② Consignes

- Il est rappelé que la rédaction fait partie du travail de création d'un rapport ou d'un mémoire, en conséquence lorsque l'auteur s'appuie sur un document existant, il ne doit pas recopier les parties l'intéressant mais il doit les synthétiser, les rédiger à sa façon dans son propre texte.
- Vous devez systématiquement et correctement citer les sources des textes, parties de textes, images et autres informations reprises sur d'autres documents, trouvés sur quelque support que ce soit, papier ou numérique en particulier sur internet.
- Vous êtes autorisés à reprendre d'un autre document de très courts passages in extenso, mais à la stricte condition de les faire figurer entièrement entre guillemets et bien sur d'en citer la source.

**③ Sanction :** En cas de manquement à ces consignes, le département SIAFEE se réserve le droit d'exiger la réécriture du document, dans ce cas la validation de l'Unité d'Enseignement ou du diplôme de fin d'études sera suspendue.

### ④ Engagement :

Je soussigné (e) NACIBIDE Fabiola  
Reconnaît avoir lu et m'engage à respecter les consignes de non plagiat

A Capesterre Belle-Eau le 30 juillet 2012  
Signature : NACIBIDE Fabiola



## Table des matières

Résumés .....	5
Résumé en français .....	6
Mots-clés .....	6
Summary .....	6
Keys-word.....	6
I.    Introduction.....	7
I.1 Contexte .....	7
I.2 Présentation succincte du bananier .....	7
I.3 Problèmes rencontrés dans la culture de la banane .....	7
I.4 Vers une agriculture plus respectueuse de l'environnement .....	7
I.5 Une solution pour lutter contre l'enherbement : les plantes de services.....	7
I.6 Les traits fonctionnels .....	8
I.7 Objectifs du stage effectué.....	9
II.   Matériels et Méthodes.....	10
II.1 Matériel végétal et dispositif expérimental .....	10
II.2 Suivi de la croissance et du développement .....	10
II.3 Analyses et statistiques .....	11
II.6 Comparaison avec les classements obtenus en chambre de culture .....	12
III.  Résultats .....	12
III.1 Effet de la date de plantation sur la croissance d'une plante .....	12
III.1.1 Surface de couverture à la floraison (voir tableau 3) .....	12
III.1.2 Surface de couverture à un mois de la date de plantation (voir tableau4) .....	13
III.1.3 Date de floraison (cumul de température à la floraison) (voir tableau5) .....	14
III.2 Différence entre espèce .....	14
III.2.1 Surface de recouvrement du sol à la floraison (voir tableau 6 figure 1 et 2) .....	14
III.2.2 Surface de recouvrement du sol à 1 mois (voir figure 3 et 4) .....	15
III.2.3 Date de floraison (voir figure 5 et 6) .....	16
III. 3 Effet de la durée du jour sur la date de floraison (voir graphique 1) .....	16
III.4 Comparaison entre les résultats obtenus en laboratoire et ceux obtenus au champ (voir tableau 6 et 7) .....	16
IV.   Discussion .....	17



IV.1 Effet de la date de plantation sur la croissance d'une plante.....	17
IV.1.1 Surface de recouvrement à la floraison .....	17
IV.1.2 Surface de recouvrement à un mois .....	17
IV.1.3 Date de floraison (cumul de température à la floraison) .....	18
IV.2 Différence entre espèce d'une même série .....	18
IV.2.1 Surface de sol recouverte à la floraison.....	18
IV.2.2 Surface de sol recouverte à un mois de la date de semi.....	18
IV.2.3 Date de floraison et photopériode.....	18
IV.2.4 Validité des traits utilisés en milieu contrôlé et au champ .....	19
IV.3 Plantes retenues par rapport aux traits fonctionnels .....	19
V. Conclusion .....	20





## Remerciements

Je remercie tout d'abord Gaëlle Damour et Jean-Michel Risede qui ont bien voulu me proposer ce stage qui correspondait à mes attentes. Merci Gaëlle pour ton encadrement et ta patience.

Je voudrais aussi et surtout remercier Michel Dron qui m'a soutenue du début de mon cursus scolaire jusqu'à aujourd'hui et m'a aidé à garder courage quand celui-ci me faisait défaut. Je remercie aussi Céline Charon ma première Maitre de Stage qui a toujours été à mon écoute et m'a aidé à progresser.

Ce stage a été pour moi l'occasion de rencontrer des gens formidables tels que Germain que j'accompagnais sur le terrain dans la joie et la bonne humeur. Laura alias « Lo » qui m'a aidé à apprécier les moments passés devant mon ordinateur à analyser les feuilles ou à rédiger mon rapport. A Elodie qui nous a aidés à découvrir les différents fruits présents sur le site de Neufchâteau. A Bernard Dole et Jean-Claude Govindin qui ont bien voulu m'accueillir dans leur bureau alors que le mien était vide et désert. Sans oublier Camille Chauvin notre bout en train !

Je n'oublie bien évidemment pas ma famille qui m'a permis de revenir dans ma région afin de la redécouvrir. Merci Maman! Merci Papa! Merci Annise! Merci pour vos encouragements et pour le soutien que vous m'avez toujours apporté. Merci à Marlène, à la famille DIXIT et à la famille POITOUT.

Une pensée particulière pour mes professeurs de cette année Thierry Doré, Amélie Mathieu et Erwan Personne qui m'ont donné les outils nécessaires pour m'investir dans ce stage.



## Résumés

### Résumé en français

Les herbicides représentent l'un des principaux postes d'intrants chimiques utilisés dans les agrosystèmes à base de bananiers. Pour limiter le recours récurrent à ces pesticides dans la lutte contre les adventices et ainsi promouvoir des systèmes de culture bananiers plus durables, des stratégies de contrôle alternatives reposant sur la mise en place de plantes de couverture choisies sont à l'étude. En effet, des expérimentations sur ce thème ont été mises en place au Cirad Guadeloupe (à Capesterre Belle-Eau) afin de caractériser l'aptitude de 14 plantes à couvrir le sol. Dans un premier temps trois traits fonctionnels ont été étudiés sur des plantes conduites individuellement en champs pour évaluer cette aptitude. Ces traits sont : la surface de recouvrement du sol à la floraison, la surface de recouvrement du sol 1 mois après le semis et la date de floraison (en cumul de température). Afin d'évaluer la variabilité de ces traits au cours de l'année, les 14 plantes ont été plantées tous les deux mois. A l'issue des expérimentations les plantes ont été sélectionnées selon les critères de rapidité et durabilité de croissance et de développement. Enfin, les résultats obtenus ont été comparés avec des résultats antérieurs, obtenus en milieu contrôlé (dans un stage précédent) sur la base de traits couramment utilisés en écologie pour caractériser la rapidité de croissance des plantes.

### Mots-clés

Plantes de couverture, Adventices, bananier, traits fonctionnels, couverture du sol

### Summary

Herbicides are one of main areas of chemical inputs used in agro-system based on banana. To limit the recurrent use of those pesticides in the fight against weeds and thus promote more sustainable banana cultivation systems, alternative control strategies based on the establishment of selected cover crops are in the study. Indeed, experiments on this subject have been developed at CIRAD Guadeloupe (in Capesterre Belle-Eau) to characterize the ability of 14 plants to cover the ground. Initially three functional traits were studied on plants conducted individually in fields to assess this ability. Those traits are: the covered-surface of soil at flowering, the covered-surface of soil 1 month after sowing and flowering date (cumulative temperature). To assess the variability of these traits during the year, 14 plants were planted every two months. Following the experiments the plants that could be selected were identified as plants that can be set up quickly and sustainably. Finally, the results were compared with previous results, obtained in a controlled environment (in a previous internship) on the basis of commonly used traits of ecology to characterize the speed of the plants growth.

### Keys-word

Selected cover crops, weeds, banana, functional traits, the covered-surface of soil



## **I. Introduction**

### **I.1 Contexte**

En Guadeloupe, la production bananière est une activité économique et sociale essentielle. En effet, la banane est le premier produit d'exportation en Guadeloupe et constitue une source importante d'emploi. Cependant, la filière traverse depuis le début des années 90 une crise économique et environnementale résultant d'une part de la baisse des prix sur le marché mondial et des soutiens à la production et d'autre part de l'intensification des moyens de production mis en œuvre pour y répondre. Cette intensification a conduit à une dégradation importante des sols et à leur contamination par des pesticides.

Aujourd'hui encore, les performances des systèmes de culture bananiers dépendent très fortement de l'utilisation massive d'intrants de synthèse.

### **I.2 Présentation succincte du bananier**

Le bananier est une herbe géante monocotylédone de grande taille sans tige végétative aérienne. Il appartient au genre *Musa*. Il peut atteindre jusqu'à 8 m de haut. Sa tige souterraine est son centre vital. C'est à ce niveau que se forment les racines, les feuilles et l'inflorescence. C'est sa fleur femelle qui donne le régime de banane. (A.Lassoudière 2008).

### **I.3 Problèmes rencontrés dans la culture de la banane**

Les bananeraies consomment beaucoup d'intrants chimiques car elles rencontrent beaucoup de contraintes : maladies, mauvaises herbes... (Voir figure1). En effet les conditions en milieu tropical sont très favorables pour les pathogènes et parasites (température, pluviométrie...). Malheureusement les intrants chimiques utilisés ont contribué à la dégradation des écosystèmes (pollution de l'eau, de l'atmosphère ...), au développement de problèmes de santé chez les producteurs, à la contamination des aliments (P.Tixier 2004) mais aussi à la dégradation importante des sols.

### **I.4 Vers une agriculture plus respectueuse de l'environnement**

Afin de limiter l'impact environnemental des systèmes bananiers et pour répondre aux nouvelles mesures réglementaires (plan EcoPhytoDom 2018), la recherche d'alternatives aux herbicides devient une réelle priorité.

Des stratégies de contrôle reposant sur la mise en place de plantes de couverture - dites aussi plantes de services - ont été étudiées (A. Lassoudière 2012). Les systèmes de cultures recherchés utilisent les techniques d'agroécologie, qui reposent essentiellement sur l'exploitation des interactions biologiques au sein de ces systèmes comme alternative à la lutte chimique (Altieri 1999, Francis et al. 2003).

### **I.5 Une solution pour lutter contre l'enherbement : les plantes de services**

En culture bananière, l'enherbement peut poser problème à deux stades :

Tableau 2. Indicateur d'utilisation de pesticides dans les bananeraies de Guadeloupe<sup>7</sup>

Année	2003	2004	2005	2006	2007
Total phytosanitaires agriculture	1190178	1011811	1185775	1066920	
<b>Indicateur d'utilisation de Fongicide</b>					
BANOLE (huile minérale)	534428	536938	480796	365809	291570
<b>Herbicide</b>					
REGLONE 2 (Diquat)	5400	3600	2100	1900	27000
ROUNDUP (divers spécialité) (Glyphosate)	85148	71883	59912	72330	68400
BASTA (divers spécialités) (glyphosinate)	33760	10220	35057	39100	67733
R BIX (Paraquat)	46464	20660	35400	25200	34800
<b>Nématicides/Insecticide (idem herbicide)</b>					
VYDATE L	8000	8000	8000	16200	27000
MOCAP 10 G	28800	7680	11715	6240	840
NEMATHORIN	20800	10400	10400	6240	68940
RUGBY 10 G (supprimé en 2007)		24000	66600	106300	99500
<b>Totaux par groupe de produits</b>					
Herbicide (Banole, Reglone, Rondup, Baste, R-Bix)	170772	106363	132469	138530	197933
Nématicide (Mocap, Némathorin, Rugby, Vydatel)	57600	50080	96715	134980	196280
Fongicide (Banole)	534428	536938	480796	365809	
Phytosanitaires	762800	693381	709980	639319	
Superficies bananes déclarées	4110	2654	2481	2078	1967
<b>Calculs/hectare</b>					
Année	2003	2004	2005	2006	2007
Herbicide/Ha	42	40	53	67	101
Nématicide/Ha	14	19	39	65	100
Fongicide/Ha	130	202	194	176	
Phytosanitaire/ha	186	261	286	308	
Poids de la banane	0,64	0,69	0,60	0,60	

Source : Base de données DAF – Calculs L.Temple et C.Roquelaure 2008

Figure 1 Colloque SFER Février 2010 : La réduction des pesticides agricoles, enjeux, modalités et conséquences.

- lors de la période de jachère, où l'on rencontre des difficultés pour l'implantation d'une plante de service qui remplit d'autres fonctions (assainissement, nématologique...) (J. Ganry 2004),
- lors de l'installation de la culture du bananier pour les systèmes raisonnés (les systèmes où la consommation d'intrants chimiques est limitée) car il peut y avoir une forte concurrence, non maîtrisée, avec le bananier (J. Ganry 2004).

L'introduction de plantes de service est un moyen très efficace pour limiter la croissance des mauvaises herbes. (J. Ganry 2003). Le principe d'une plante de couverture est qu'elle entre en compétition avec les adventices pour les ressources présentes dans le sol mais plus particulièrement pour la lumière. (Teasdale, 1993 ; Teasdale, 1996). Les adventices sont alors dans l'incapacité de survivre et elles meurent.

Les plantes de couvertures peuvent aussi avoir des effets allélopathiques : « tout effet direct ou indirect, positif ou négatif, d'une plante sur une autre à travers la production de composés chimiques libérés dans l'environnement » (définition de Rice) (T. Doré et Al. 2004). Elles ont aussi des avantages. Par exemple, les plantes de couvertures permettent un retour de la matière organique dans le temps (E.Z. Nyakatawa et Al. 2000) ce qui a pour conséquence de diminuer les pertes d'intrants chimiques dans les eaux de drainage (J. S. Strock et Al. 2004). Un autre exemple est la limitation des maladies dans le sol car les plantes de couverture peuvent avoir un effet répulsif ou biocide. De plus si elles sont positionnées en rotation avec d'autres plantes elles peuvent avoir un effet assainissant. (A.G Stone et Al. 2004).

Les plantes de couvertures utilisées pour le bananier sont choisies sur plusieurs critères qui répondent aux principales pressions qu'elles subissent face aux nématodes et aux adventices (voir paragraphe 1.2). Tout d'abord, elles ne doivent pas être une hôte pour les nématodes. Puis leurs couvertures du sol doit permettre de limiter la pression des adventices. Ensuite, elles doivent rétablir ou maintenir la fertilité qui peut être faible à cause de la limitation d'intrants. Compte tenu de la forte pluviométrie et des fortes pentes observées sur certaines parcelles en Guadeloupe, il est fondamental qu'elles permettent de limiter l'érosion. Pour finir il faut qu'elles soient adaptées à l'ombrage des bananiers uniquement si ce sont des plantes que l'on veut mettre en association. (A. Lassoudière 2012).

## **I.6 Les traits fonctionnels**

Pendant ce stage, l'accent a été mis sur la croissance des plantes de couvertures. Plus précisément, sur leur capacité à couvrir le sol rapidement et durablement, en prenant comme support des traits fonctionnels. Les traits fonctionnels se définissent comme « toute fonction morphologique, physiologique ou phénologique mesurable au niveau de l'individu, de la cellule au niveau de l'ensemble de l'organisme, sans référence à l'environnement ou tout autre niveau d'organisation. » (Violle et al. 2009). Les traits fonctionnels peuvent être liés à des caractéristiques intrinsèques de la plante par exemple : la reproduction, au poids de la graine, au

## II.1 Matériel végétal et dispositif expérimental

Séries	Dates de semi ou de bouturage
1	15/02/2011
2	15/04/2011
3	15/06/2011
4	18/08/2011
5	14/10/2011
6	13/12/2011

Tableau 1 Dates de semi des séries



taux de reproduction d'une plante... (Garnier et Navas 2010). Ils ont de plus en plus d'intérêt en particulier dans les domaines de l'écologie et de la biologie des communautés (Bello et al.2009).

Dans la littérature scientifique, deux traits fonctionnels sont souvent associés à la vitesse de croissance (stage précédent de Chloé Guérin 2011). Ces deux traits sont SLA et AGR. SLA (Specific leaf area) est le rapport entre la surface et la masse d'une feuille (Garnier et Navas 2010). Il est souvent associé à la vitesse de croissance (Wright and al.). AGR (Absolute Growth Rate) est le taux de croissance absolu de la plante et il peut être calculé de deux manières, soit en faisant le rapport entre la surface de la feuille et le temps ou le rapport entre le poids de la feuille et le temps. Il est utilisé comme un outil de caractérisation de la croissance de la plante (Hoffmann W. A. and Poorter H. 2002). Néanmoins ces traits n'ont pas été validés pour caractériser la capacité de couverture de plantes cultivées.

## **I.7 Objectifs du stage effectué**

Mon stage a été effectué au CIRAD à l'UPR26 : Systèmes de culture bananiers, plantains et ananas. Cette unité est divisée en trois axes :

- Dynamique des bioagresseurs et des communautés en conditions d'intensification écologique.
- Traits fonctionnels des plantes et services écosystémiques dans les systèmes multi-espèces.
- Conception et évaluation de systèmes de culture durables.

L'unité a posé l'hypothèse suivante : « l'introduction de plantes de services dans un agrosystème permet de restaurer ses fonctions écosystémiques et de maintenir durablement sa productivité avec un bas niveau d'intrants chimiques ».

Les services écosystémiques recherchés sont le contrôle des adventices, le recyclage des éléments nutritifs, la création d'une structure du sol favorable à l'installation du système racinaire et le contrôle des parasites et ravageurs.

Le stage proposé s'inscrit dans le deuxième axe et développe la problématique du choix d'une plante de couverture selon son aptitude à couvrir le sol et à contrôler les adventices. Nous faisons l'hypothèse que des traits représentatifs du fonctionnement (traits fonctionnels) peuvent constituer un outil de choix de ces plantes.

Le travail mené a ainsi répondu à trois objectifs :

1. Evaluer, au champ, la capacité des plantes de couverture à couvrir rapidement le sol
2. Evaluer l'effet de la date de plantation sur la dynamique de couverture du sol et la date de floraison des plantes de couverture testées

Plantes	Famille	Port et Taille	Cycle
<i>Arachis Pintoï</i>	Fabacées	Herbe non volubile	Pérenne
<i>Cajanus Cajun</i>	Fabacées	Arbrisseau, 1.5 à 3 m de haut	Semi-Pérenne
<i>Centrosema Pascuorum</i>	Fabacées	Liane volubile rampante et grimpante	Annuel
<i>Crotalaria Pallida</i>	Fabacées	Herbacée dressée non volubile, 50 cm à 1 m	Annuel
<i>Crotalaria Retusa</i>	Fabacées	Plante dressée non volubile, 1 m de haut	Annuel
<i>Crotalaria Spectabilis</i>	Fabacées	Herbacée dressée non volubile, 1m	Annuel
<i>Crotalaria Zanzibarica</i>	Fabacées	Herbacée dressée non volubile, 1.5 m	Semi-Pérenne
<i>Dolichos</i>	Fabacées	Herbacée rampante	Annuel
<i>Eleusine Coracana</i>	Poacées	Graminée, 40 cm à 1 m de touffes denses	Annuel
<i>Neonotonia Wightii</i>	Fabacées	Herbe rampante volubile	Pérenne
<i>Pueraria Phaseolides</i>	Fabacées	Herbe rampante et volubile	Pérenne
<i>Stylosanthes Guyanensis</i>	Fabacées	Herbe non volubile, érigée ou semi-érigée	Semi-Pérenne
<i>Tagetes Patula</i>	Asteracées	Port compact ou évasé, 15 à 30 cm.	Annuel
<i>V. unguiculata</i> var. <i>V. Cnc</i>	Fabacées	Plante rampante et volubile	Annuel
<i>V. unguiculata</i> var. <i>Splm1</i>	Fabacées	Plante rampante et volubile	Annuel

Tableau 2 Plantes de couvertures testées au champ

3. Vérifier que les classements de plantes établis selon leur capacité de couverture sont cohérents avec des groupes établis en milieu contrôlé sur la base de traits morphologiques de ces plantes

Mon projet professionnel est de devenir chercheur agronome dans les pays du Sud ou en région tropicale afin d'élaborer diverses techniques et ou projet permettant la limitation d'intrants chimique dans la production agricole. Ce stage a donc été pour moi d'une part l'occasion d'allier mes connaissances en écologie, en écophysiologie et agronomie et d'autre part de m'intéresser à des problématiques touchant les régions tropicales.

## II. Matériels et Méthodes

### II.1 Matériel végétal et dispositif expérimental

14 plantes de couvertures ont été testées au champ : *Arachis Pintoï* (légumineuse), *Cajanus* (légumineuse), *Centrosema Pascuorumsema* (légumineuse), *Crotalaria Pallida* (légumineuse), *Crotalaria Retusa*(légumineuse), *Crotalaria Spectabilis*(légumineuse), *Crotalaria Zanzibarica*(légumineuse), *Dolichos*(légumineuse), *Eleusine Coracana*(non légumineuse), *Neonotonia Wightii*(légumineuse), *Pueraria Phaseolides*(légumineuse), *Stylosanthes Guyanensis*(légumineuse), *Tagetes Patula* (non légumineuse), *V. unguiculata* var. *Cnc*(légumineuse), *V. unguiculata* var. *Splm1*(légumineuse). Elles couvrent une gamme de plantes de type varié. (Voir tableau 2)

Pour chaque variété il y a eu quatre répétitions qui ont été plantées tous les deux mois durant une année. Les plantations ont eu lieu aux dates suivantes : 15/02/2011, 15/04/2011, 15/06/2011, 18/08/2011, 14/10/2011, 13/12/2011 (voir tableau 1). Avant la plantation un désherbage manuel a été effectué. Une protection maximale est prévue au moment de la mise en place de l'essai et à la sortie des premières feuilles. Chaque répétition de chaque variété a été plantée de façon isolée sur une parcelle élémentaire de 16 m<sup>2</sup> (espacement minimum entre plante 2 m). La plantation a été effectuée sur un mulch pour assurer la levée des graines. En cas d'échec de germination ou d'attaques parasitaires sur une des répétitions d'une variété, le semis n'a pas été renouvelé afin d'avoir une homogénéité dans chaque série de plantation.

### II.2 Suivi de la croissance et du développement

Chaque plante testée a été suivie jusqu'à la floraison. Pour chacune d'entre elles une photo a été prise chaque semaine afin de pouvoir suivre régulièrement la couverture du sol. Les photos ont été prises parallèlement au sol à l'aide d'une construction et d'un cadre d'un mètre carré. Elles ont ensuite été analysées à l'aide du logiciel Whinrizho. Ce dernier est principalement utilisé pour l'analyse des racines mais il peut être utilisé pour l'analyse foliaire. Ce programme reconnaît des couleurs préalablement déterminées par l'utilisateur et affectées à différents groupes. Puis il consigne plusieurs données dont la surface de la région analysée, la largeur de la région analysée, la hauteur de la région analysée et la surface projetée. Sur chaque photo deux

### III.1.1 Surface de couverture à la floraison

Espèces	Degrés de liberté	F value	Pr (>F)
Arachis Pintoï	4	25.84	2.97e-05
Centrosema Pascuorum	N'A PAS PU ETRE TESTE		
V. unguiculata var Cnc	5	9.647	0.000167
Dolicos	N'A PAS PU ETRE TESTE		
Eleusine Coracana	5	36.08	1.84e -06
Neonotonia Wightii	N'A PAS PU ETRE TESTE		
Crotalaria pallida	5	4.252	0.0131
Pueraria phaseolides	N'A PAS PU ETRE TESTE		
Crotalaria retusa	4	4.536	0.0164
Crotalaria spectabilis	5	3.925	0.0196
V. unguiculata var. Splm1	5	2.413	0.089
Stylosanthes guyanensis	N'A PAS PU ETRE TESTE		
Tagetes Patula	5	11.36	0.000114
Crotalaria Zanzibarica	5	1.677	0.205

**Tableau 3 Test ANOVA : Comparaison de la surface recouverte par le sol au moment de la floraison**

### III.1.2 Surface de couverture à un mois de la date de plantation

Espèces	Degrés de liberté	F value	Pr (>F)
Arachis Pintoï	5	1.976	0.15
Centrosema	3	6.934	0.0129
V. unguiculata var Cnc	5	13.77	1.8e -05
Dolicos	N'A PAS PU ETRE TESTE		
Eleusine Coracana	5	2.756	0.0749
Neonotonia Wightii	N'A PAS PU ETRE TESTE		
Crotalaria pallida	5	1.767	0.018
Pueraria phaseolides	N'A PAS PU ETRE TESTE		
Crotalaria retusa	4	3.926	0.0265
Crotalaria spectabilis	5	4.847	0.00881
V. unguiculata var. Splm1	5	17.05	1.62e -05
Stylosanthes guyanensis	4	16.19	0.000384
Tagetes Patula	5	6.682	0.00184
Crotalaria Zanzibarica	5	7.747	0.00132

**Tableau 4 Test ANOVA : Comparaison de la surface recouverte par le sol à 1 mois du semis**

estimations sont faites : celle du cadre d'un mètre carré et celle de la surface de feuille réelle. Pour ensuite obtenir la surface de recouvrement du sol réelle de la plante de couverture, il fallait effectuer le rapport entre la surface projetée pour la surface de feuille et la surface de la région analysée pour le cadre car il y avait une différence d'échelle entre la photo et la réalité. Lorsque les plantes étaient trop volumineuses et dépassaient du cadre, plusieurs photos ont été prises. Lorsqu'elles dépassaient 4 m<sup>2</sup> un quadrillage au sol a été construit (à l'aide de corde) afin de faire une estimation visuelle de la surface grâce à un quadrillage permanent au sol.

Pour comprendre la dynamique de croissance trois traits fonctionnels ont été choisis : la surface de recouvrement du sol à la floraison, la surface à 1 mois de la plantation et la date de floraison (exprimée en degré jour cumulé). Les surfaces de recouvrement du sol étaient utilisées pour étudier ces traits.

## II.3 Analyses et statistiques

Le développement d'une plante est fortement déterminé par la température accumulée. Nous avons donc choisi d'utiliser la somme de temps thermique plutôt que les jours eux-mêmes. Il est vrai que le rayonnement a un effet sur la croissance de la plante mais la somme de température et la somme de temps thermique sont très corrélées (voir graphique1), on utilisera donc la somme de température pour analyser la dynamique de croissance et le développement des plantes. Pour la somme de température, la température de base pour toutes les plantes testées a été prise à 0°C car les températures des espèces testées n'étaient pas connues.

Pour analyser la croissance des espèces dans les différentes séries, des courbes représentant la surface de recouvrement du sol jusqu'à la floraison en fonction du cumul de température ont été tracées à l'aide du logiciel R. Ces courbes permettaient dans un premier temps d'enlever les résultats aberrants (souvent dus à l'attaque de ravageurs). Puis un ajustement exponentiel a été effectué sur chaque courbe. Grâce à ces ajustements individuels un ajustement moyen a été réalisé. Cet ajustement a été construit sur des données linéarisées. Ainsi la valeur des paramètres moyen a et b de l'équation des courbes ( $y = bx+a$ ) a pu être connue. Dans l'équation  $y = bx+a$  ; y représente la surface recouverte par les plantes et x représente le temps en degrés cumulés. Grâce à ces valeurs la surface de recouvrement du sol à un mois a pu être déterminée.

Des ANOVA effectuées sur le logiciel R ont permis de comparer les différentes espèces. Elles ont été utilisées afin de savoir si les différences de croissance entre plantes étaient significatives. Les dynamiques de croissance ont été comparées entre plantes d'une même série et entre plantes de même espèce mais de série différentes.

Le seuil significatif pris pour les ANOVA est de 5%. Les plantes pour lesquelles le Pr (>F) est supérieur à 0.05 n'ont pas de différence significative et inversement si le Pr (>F) est inférieur à 0.05 il y aura des différences significatives entre les plantes.

### III.1.3 Date de floraison (cumul de température à la floraison)

Espèces	Degrés de liberté	F value	Pr (>F)
Arachis Pintoï	5	570.9	9.42e -15
Centrosema	3	125.3	4.61e -07
V. unguiculata var Cnc	5	2.453	0.0756
Dolicos	N'A PAS PU ETRE TESTE		
Eleusine Coracana	5	18.09	5.62e -05
Neonotonia Wightii	N'A PAS PU ETRE TESTE		
Crotalaria pallida	5	1.74	0.0186
Pueraria phaseolides	N'A PAS PU ETRE TESTE		
Crotalaria retusa	4	2.84	0.068
Crotalaria spectabilis	5	1.528	0.224
V. unguiculata var. Splm1	5	3.963	0.0189
Stylosanthes guyanensis	4	5.862	0.0133
Tagetes Patula	5	2.68	0.0635
Crotalaria Zanzibarica	5	13.15	7.13e -05

**Tableau 5 Test ANOVA : Comparaison des dates de floraison par espèce**

Un deuxième test a été effectué. Il s'agit du test de Tukey. Les différences entre moyennes ont été testées grâce à lui. Ils permettaient d'identifier les différences deux à deux afin de savoir si les différences entre espèces et/ou entre série étaient significatives.

L'une des hypothèses émises était que la photopériode pouvait expliquer les différences observées entre plantes d'une même espèce semée à des périodes différentes. Afin de tester l'effet de la photopériode sur la date de floraison deux courbes par plante ont été faites. La première traduit la longueur du jour en fonction de la date de semi, c'est la courbe qui caractérise la photopériode sur le site au cours de l'année. La courbe décrivant le photopériodisme est toujours la même pour toutes les plantes testées. La seconde courbe caractérise le cumul de température en fonction de la date de floraison. Elle représente le cumul de température en fonction de la date de floraison, elle est construite sur des valeurs moyennes entre toutes les plantes d'une même espèce et d'une même série. Grâce aux deux courbes utilisées, une conclusion peut être faite sur le photopériodisme des plantes testées. On peut savoir si une plante est de jour court, ou si elle est de jour long ou si la longueur du jour n'influe pas sur sa date de floraison.

## II.6 Comparaison avec les classements obtenus en chambre de culture

La dernière étape consiste à comparer les données obtenues en milieu contrôlé et celles obtenues au champ (voir paragraphe I.5 et rapport de Chloé Guérin). Pour comparer ces résultats les traits fonctionnels utilisés sont le SLA et l'AGR. Un classement pour chacun de ces traits a été constitué pour chaque plante. Puis les classements ont été comparés.

## III. Résultats

### III.1 Effet de la date de plantation sur la croissance d'une plante

#### III.1.1 Surface de couverture à la floraison (voir tableau 3)

Nous avons observé qu'à part pour *Crotalaria Zanzibarica* et *V. unguiculata* var. *Splm1* il y a une différence significative pour les plantes de la même espèce issues de séries différentes. Nous pouvons dire que pour ces plantes la date de plantation a une influence non négligeable sur la couverture à la floraison, en d'autres termes il y a un effet significatif de la date de floraison. Ces plantes sont *Arachis Pintoï*, *V. unguiculata* var. *Cnc*, *Eleusine Coracana*, *Crotalaria Pallida*, *Crotalaria Retusa*, *Crotalaria Spectabilis*, *Tagetes Patula*. Pour *Crotalaria Zanzibarica* et *V. unguiculata* var. *Splm1*  $Pr(<F)$  est supérieur à 0.05. Pour *Crotalaria Zanzibarica* et *V. unguiculata* il n'y a pas de différence significative entre plante d'une même série c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'effet date de floraison.

Certaines plantes n'ont pas pu être testées car il n'y avait pas assez de données ce qui ne permettait pas de savoir si les surfaces foliaires à la floraison étaient significativement différentes. Néanmoins sur les graphiques il est évident que leurs surfaces de recouvrement du sol sont différentes. Les plantes dans ce cas sont *Centrosema Pascurumsema*, *Dolicos*, *Neonotonia*

*Wightii*,. Pour *Stylosantes Guyanensis*, *Pueraria Phaseolides* à cause du manque de données aucune conclusion n'est possible même à l'aide du graphique.

En regardant la surface de recouvrement du sol en fonction des séries trois groupes peuvent être faits.

Le premier groupe caractéristique est celui où l'on observe une surface de recouvrement du sol importante pour la série trois c'est-à-dire pour les plantes semées au mois de juin. Des dynamiques ayant en « forme de cloche » peuvent être visualisées. Ce groupe comprend *Cnc*, *Dolicos*, *Neonotonia Wightii*, *Pallida*, *Specta*, *V. unguiculata* var. *Splm1*, *Tagetes Patula* et *Crotalaria Zanzibarica*. Ceci veut dire que pour ces plantes la 3<sup>ème</sup> campagne de plantation est plus favorable pour leur croissance.

La deuxième tendance observée est celle où la surface de recouvrement du sol décroît au fur et à mesure qu'elle est semée dans l'année. C'est à dire que pour la série 1 la surface de recouvrement du sol est plus importante et que pour la série 6 la surface de recouvrement du sol est plus basse. On a un continuum pour ces plantes. Ce groupe comprend *Arachis Pintoï* et *Eleusine Coracana*.

Le dernier groupe est celui où il y a une surface de recouvrement du sol quasiment nulle pour toutes les séries. Les plantes *Stylosanthes Guyanensis* et *Pueraria Phaseolides* font partie de ce groupe.

### III.1.2 Surface de couverture à un mois de la date de plantation (voir tableau4)

A l'aide des tests ANOVA, nous pouvons dire que la surface de recouvrement du sol estimée à 1 mois est significativement différente pour *Centrosema Pascuorumsema*, *V. unguiculata* var. *Cnc*, *Crotalaria Pallida*, *Crotalaria Retusa*, *Crotalaria Spectabilis*, *V. unguiculata* var. *Splm1*, *Stylosanthes Guyanensis*, *Tagetes Patula*, *Crotalaria Zanzibarica*. Il y a un effet significatif de la date de la surface de couverture à un mois. Ceci signifie que la date de semi ou de bouturage a aussi un effet sur la surface recouverte à 1 mois pour ces plantes.

Néanmoins pour *Arachis Pintoï* et *Eleusine Coracana* il n'y a pas de différence significativement entre série. Pour *Arachis Pintoï* la surface de recouvrement du sol à la floraison est significativement différente à la floraison tandis qu'au bout d'un mois elle n'est pas significative. Dans le cas d'*Eleusine Coracana*, la surface de recouvrement du sol à la floraison et la surface de recouvrement du sol à un mois ne sont pas significativement différentes.

Nous pouvons distinguer deux cas : celui où la surface de couverture du sol à la floraison est significativement différente tandis que celle à un mois ne l'est pas et celui où les deux surfaces foliaires sont significativement différentes.

Lorsque la surface de recouvrement du sol à un mois est étudiée deux tendances peuvent être distinguées : celle où la série 3 à une surface de recouvrement du sol plus haute que les autres séries, ce qui donne l'aspect d'une courbe « en cloche ». Dans ce cas il y a *Cnc*, *Eleusine*



### III.2.1 Surface foliaire à la floraison

Série	Degrés de liberté	F value	Pr (>F)
1	9	5.938	0.000123
2	9	6.319	0.000102
3	10	2.631	0.0281
4	12	4.959	0.000234
5	13	18.75	8.27 e-12
6	10	3.679	0.00707

Tableau 6 Test ANOVA : Comparaison de surface de recouvrement des feuilles entre espèce au moment de la floraison

*Coracana*, *Crotalaria Pallida*, *Crotalaria Retusa*, *Crotalaria Spectabilis*, *V. unguiculata* var. *Splm1*, *Stylosanthes Guyanensis*, *Tagetes Patula*, *Crotalaria Zanzibarica*. La seconde tendance est celle où les surfaces foliaires décroissent au fur et à mesure dans l'année. Dans ce cas il y a *Arachis Pintoï*, *Dolicos*, *Neonotonia Wightii*, *Pueraria Phaseolides*.

### III.1.3 Date de floraison (cumul de température à la floraison) (voir tableau 5)

Comme précédemment les tests ANOVA nous permettent de conclure sur la différence de cumul de température à la floraison. Le seuil significatif pris est encore de 5%. Les plantes pour lesquelles le  $P_r (>F)$  est supérieur à 0.05 ont un cumul de température non significativement différents à 1 mois du semis et inversement si le  $P_r (>F)$  est inférieur à 0.05 le cumul de température est significativement différents entre plante de série différente.

En ce qui concerne le cumul de température à la floraison il est significativement différents entre série pour *Arachis Pintoï*, *Centrosema Pascuorum*, *Eleusine Coracana*, *Crotalaria Pallida*, *Pueraria Phaseolides*, *V. unguiculata* var. *Splm1*, *Stylosanthes Guyanensis*, *Crotalaria Zanzibarica*. Ce qui signifie que le cumul de température est différent d'une série à une autre. Pour *V. unguiculata* var. *Cnc*, *Crotalaria Retusa*, *Crotalaria Spectabilis* et *Tagetes Patula* l'effet série n'est pas significatif en ce qui concerne la date de floraison. Il n'y a donc pas d'effet série pour ces plantes.

Les graphiques représentant la date de floraison en fonction des séries nous décrivent deux tendances. La première est en « cloche » tandis que la seconde est un « continuum décroissant ». Pour les plantes n'appartenant pas à ces deux groupes n'ont pas de tendance.

Les plantes pour lesquelles une tendance en forme de cloche est observée sont *Crotalaria Retusa*, *Crotalaria Spectabilis*, *Tagetes Patula*. Les plantes pour lesquelles un « continuum décroissant » est observé sont : *Centrosema Pascuorum*, *Dolicos*, *Eleusine Coracana*, *Neonotonia Wightii*. Pour les autres plantes telles qu'*Arachis Pintoï*, *V. unguiculata* var. *Cnc*, *Pallida*, *V. unguiculata* var. *Splm1*, *Stylosanthes Guyanensis* et *Crotalaria Zanzibarica*, il n'y a pas de tendance observée.

## III.2 Différence entre espèce

Dans cette partie, nous avons choisi de présenter les résultats de la série 1 et de la série 3. Les résultats concernant les séries 2, 4, 5, 6 sont en annexe. Les différences testées sont entre plante d'une même espèce. Le choix des séries permet de prendre en compte tous les climats de l'année. En effet, la période entre septembre et février est caractérisée par des températures basses et des jours courts tandis qu'entre le mois de mars et août les jours sont plus longs, les températures sont plus élevées et la pluviométrie aussi (car c'est la période de la saison des pluies).

### III.2.1 Surface de recouvrement du sol à la floraison (voir tableau 6 figure 1 et 2)

Un test ANOVA a été effectué pour tester la différence entre les différentes espèces d'une même série. Ce test nous a permis de conclure que les surfaces foliaires entre les différentes

### III. 2 Différence entre espèce d'une même série

#### a. Surface foliaire à la floraison

Série	Degrés de liberté	F value	Pr (>F)
1	9	5.938	0.000123
2	9	6.319	0.000102
3	10	2.631	0.0281
4	12	4.959	0.000234
5	13	18.75	8.27 e-12
6	10	3.679	0.00707

Tableau 7 Test ANOVA : Différence de surface recouverte par les feuilles entre espèce au moment de la floraison

#### b. Surface foliaire à 1 mois

Série	Degrés de liberté	F value	Pr (>F)
1	9	17.07	3.68e-09
2	9	78.55	<2e-16
3	10	81.11	5.39e-15
4	12	17.5	6.34e-10
5	13	101.7	<2e-16
6	11	18.03	1.59e-08

Tableau 8 Test ANOVA : Différence de surface recouverte par les feuilles entre espèce à 1 mois de la date de semis

#### c. Date de floraison

Série	Degrés de liberté	F value	Pr (>F)
1	9	11.87	1.94e-07
2	9	27.86	3.82e-11
3	10	22.56	2.65e-09
4	12	54.56	3.65e-16
5	13	21.73	9.81e-13
6	11	12.68	4.09e-07

Tableau 9 Test ANOVA : Différence entre les date de floraison dans une même série

plantes étaient significativement différentes au seuil 5%. Il y a un effet espèce pour toutes les séries.

Pour la série 1, il n'est pas possible de faire des groupes entre espèce car on observe un continuum. Néanmoins *Stylosanthes Guyanensis* se distingue des autres espèces car il a une surface de recouvrement du sol supérieure à celle des autres.

Dans la série 3, il est possible de faire des groupes. Dans cette série, trois groupes peuvent être faits. Le premier comprend : *Centrosema Pascuorum*, *Eleusine Coracana* et *Stylosanthes Guyanensis*. Le deuxième est composé de *Crotalaria Zanzibarica*, *V. unguiculata* var. *Splm1*, *V. unguiculata* var. *Cnc*, *Retusa*, *Specta*, *Pallida*, *Tagetes Patula*. Le troisième groupe est composé d'*Arachis Pintoï*.

Dans les séries 1, 2, 3, 4, 5 c'est *Arachis Pintoï* qui a toujours la plus petite surface de recouvrement du sol. Elle n'a pas pu être évaluée dans la série 6 car les expérimentations ne sont pas encore finies sur cette plante. Contrairement à *Arachis Pintoï* dans les séries *Dolicos*, *Pueraria Phaseolides* et *Neonotonia Wightii* ont toujours la plus grande surface de recouvrement du sol à la floraison.

### III.2.2 Surface de recouvrement du sol à 1 mois (voir figure 3 et 4)

Un test ANOVA a aussi été effectué pour tester la différence entre les surfaces foliaires à 1 mois d'une même série. Ce test nous a permis de conclure que les surfaces foliaires à 1 mois entre les différentes plantes étaient significativement différentes au seuil 5% pour toutes les séries.

Il y a deux groupes pour la série 1. Dans le premier groupe la surface de recouvrement du sol sera entre 0.014m<sup>2</sup> et 0.031m<sup>2</sup>. Il est composé de *V. unguiculata* var. *Cnc*, de *V. unguiculata* var. *Splm1*, d'*Arachis Pintoï* et de *Neonotonia Wightii*.

Dans le second la surface de recouvrement du sol à 1 mois sera comprise entre 0.001m<sup>2</sup> et 0.003m<sup>2</sup>. Ce groupe est composé d'*Eleusine Coracana*, de *Pallida*, de *Stylosanthes Guyanensis*, de *Centrosema Pascuorum*, de *Crotalaria Retusa*, de *Crotalaria Zanzibarica* (même s'il n'a pas de lettre), de *Tagetes Patula*, et de *Crotalaria Spectabilis*.

Pour la série 3, il y a aussi deux grands groupes. Il y a deux groupes pour la série 1. Dans le premier groupe la surface de recouvrement du sol sera entre 0.001m<sup>2</sup> et 0.009m<sup>2</sup>. Il est composé de *Pallida*, de *Stylosanthes Guyanensis*, de *Crotalaria Retusa*, d'*Eleusine Coracana*, de *Crotalaria Zanzibarica* et de *Tagetes Patula*. Le second groupe n'est représenté que par *V. unguiculata* var. *Cnc* qui a une surface de recouvrement du sol d'environ 0.068m<sup>2</sup>. Bien que *Dolicos* et *V. unguiculata* var. *Splm1* n'est pas pu être testées en raison du faible nombre de répétitions, elles semblent appartenir au même groupe

### III.2.1 Surface foliaire à la floraison

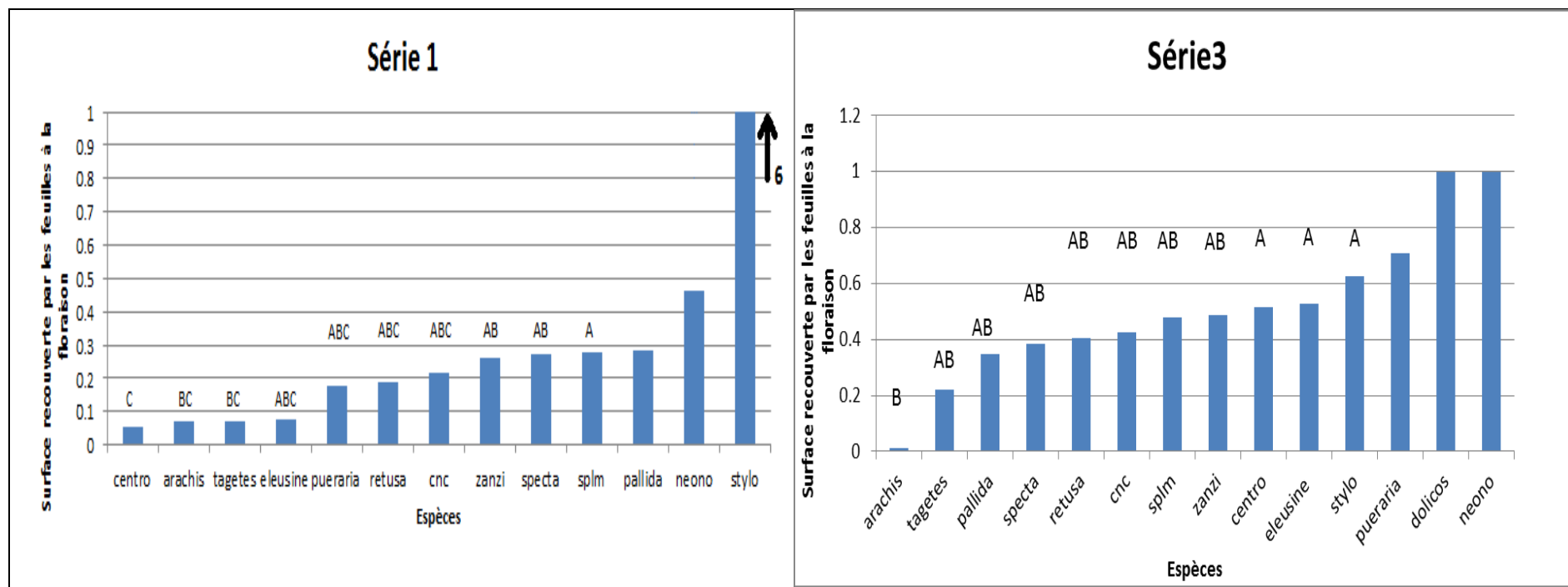


Figure 1 : Surfaces recouvertes à la floraison par les plantes de la série 1 et de la série 3. Les barres surmontées de lettres différentes sont significativement différentes. (Les plantes n'ayant pas d'annotations n'ont pas pu être testées.)

### III.2.3 Date de floraison (voir figure 5 et 6)

Les tests ANOVA effectués montrent que pour toutes les plantes il y a une différence significative au seuil à 0.05 entre la date de floraison des différentes plantes d'une même série.

Dans la série 1, il y a un continuum entre *Crotalaria Retusa* et *Arachis Pintoï*. Ceci ne nous permet pas de faire des groupes. Néanmoins *Neonotonia Wightii*, et *Pueraria Phaseolides* (qui n'ont pas pu être testées) semblent se distinguer des autres plantes car leur date de floraison est beaucoup plus grande car elles dépassent les 6000°C tandis que pour *Crotalaria Spectabilis* elle ne dépasse pas 2000°C.

Comme pour la série 1, un continuum peut être observé dans la série 3. Il n'y a pas de groupe qui se forme ou de distinction possible entre *Arachis Pintoï* (qui a la plus petite date de floraison) et *Pueraria* (qui a la date de floraison la plus élevée même s'il n'a pas été testé). Les degrés cumulés s'étendent d'environ 1000°C à environ 4000°C.

### III. 3 Effet de la durée du jour sur la date de floraison (voir graphique 1)

Deux groupes de plantes ont pu être déterminée lorsque la photopériode a été analysée. Le premier groupe est celui où les plantes sont dites de jour court. Dans ce groupe on peut remarquer quel que soit la date de plantation les plantes fleurissent en période où les jours diminuent. Dans le deuxième groupe les plantes ne sont ni de jours courts ni de jours long ce qui veut dire que la photopériode n'influe pas la date de floraison.

Dans le premier groupe, il y a *Dolicos*, *Neonotonia Wightii* et *Pueraria Phaseolides*. Pour ces plantes toutes les dates de floraison sont regroupées dans la période de l'année où les jours sont plus courts.

Dans le second groupe, il y a *Arachis Pintoï*, *Centrosema Pascuorumsema*, *V. unguiculata* var. *Cnc*, *Eleusine Coracana*, *Pallida*, *Specta*, *V. unguiculata* var. *Splm1*, *Tagetes Patula*, *Crotalaria Zanzibarica* pour ces plantes les dates de floraison sont réparties sur toute l'année.

### III.4 Comparaison entre les résultats obtenus en laboratoire et ceux obtenus au champ (voir tableau 6 et 7)

Les deux traits fonctionnels utilisés en laboratoire pour caractériser la dynamique de croissance foliaire sont le SLA et l'AGR. Un classement a été fait en laboratoire et il a ensuite été comparé avec celui obtenu au champ.

Le classement pour le SLA obtenu au champ est fait par ordre croissant. Les différentes plantes sont classées dans cet ordre : *Crotalaria. Retusa*, *Eleusine Coracana Coracana*, *Stylosanthes Guyanensissan. Guyanensis*, *Crot. Spectabilis*, *Arach. Pintoï*, *Centr. Pascuorum*, *Crot. Crotalaria Zanzibaricabarica*, *Puer. Phaseolides*, *Tag. Patula*, *Crot. Pallida* et *Neon. Wightii*.

### III.2.2 Surface foliaire à 1 mois

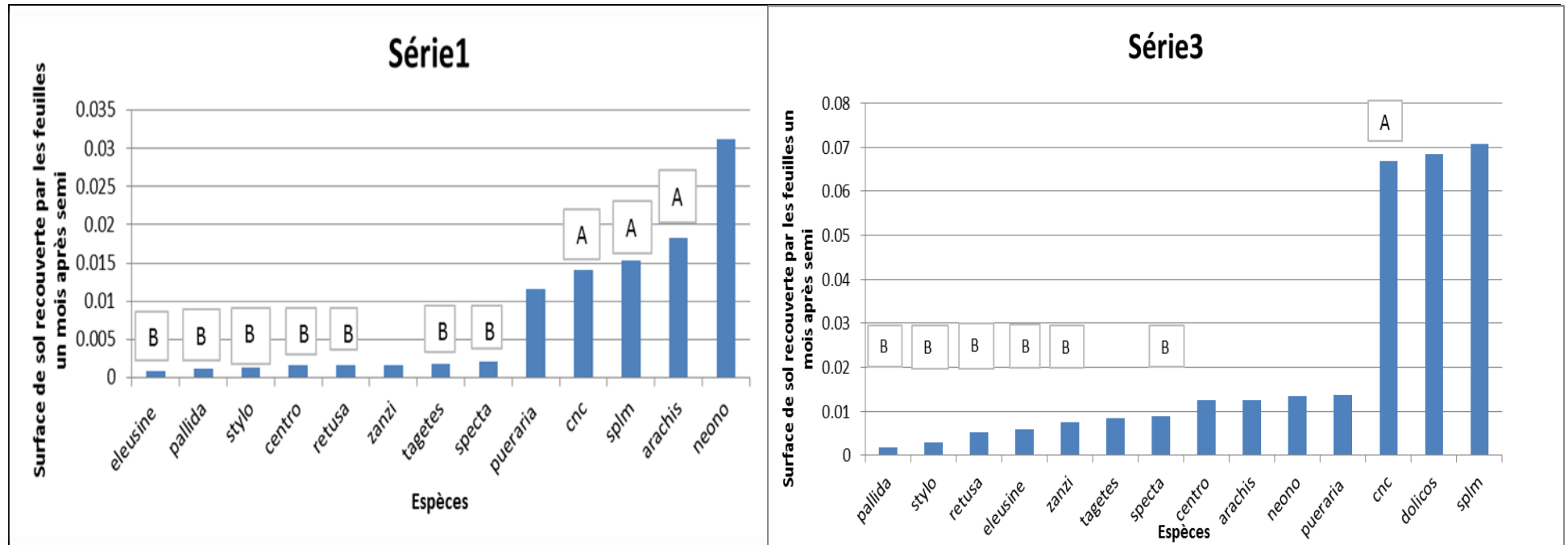


Figure 2 : Surface recouverte par les feuilles à 1 mois pour les espèces testées de la série 1 et de la série 3. Les barres surmontées de lettres différentes sont significativement différentes ( Les plantes n'ayant pas d'annotations n'ont pas pu être testées.)

Le classement fait pour l'AGR est dans l'ordre croissant. Les différentes plantes sont classées dans cet ordre : *Crot. Pallida*, *Styl. Guyanensis*, *Eleus. Coracana*, *Crot. Zanzibarica*, *Crot. Retusa*, *Tagetes Patula*, *Pueraria. Phaseolides*, *Crotalaria. Spectabilis*, *Centrosema. Pascuorum*, *Neonotonia. Wightii*, *Arachis. Pintoï*.

## IV. Discussion

### IV.1 Effet de la date de plantation sur la croissance d'une plante

#### IV.1.1 Surface de recouvrement à la floraison

Comme présenté précédemment, il y a trois tendances sur les graphiques représentant la surface de recouvrement du sol en fonction de la série.

La première tendance est celle où la surface de recouvrement du sol décroît au fur et à mesure des séries. Ce groupe englobe *Arachis Pintoï* et *Eleusine Coracana*.

Pour *Arachis Pintoï* les surfaces foliaires restent faible pour la série 1 elle est 0.067m<sup>2</sup> et pour la série 5 elle est d'environ 0.001m<sup>2</sup>. Pour la série 6, il n'y a pas de données. *Arachis Pintoï* est une plante qui fleurit très rapidement et plusieurs fois dans l'année. Donc la surface de recouvrement du sol la floraison n'était sans doute pas un trait fonctionnel adapté pour caractériser la capacité d'une plante de couverture à couvrir rapidement le sol.

Pour *Eleusine Coracana*, le continuum décroissant est observé dès la deuxième série. Ce qui veut dire que les dates de semis les plus favorables pour *Eleusine Coracana* sont entre Avril et Juin.

La deuxième tendance est celle où la surface de recouvrement du sol a une forme « en cloche ». Les plantes concernées par cette tendance sont : *V. unguiculata* var. *Cnc*, *Dolicos*, *Neonotonia Wightii*, *Pallida*, *Specta*, *V. unguiculata* var. *Splm1*, *Tagetes Patula* et *Crotalaria Zanzibarica*. Pour ces plantes plus leur semis est proche de du mois de juin et plus leur surface de recouvrement du sol est importante à la floraison. Leur semis en juin est plus favorable pour avoir une surface de recouvrement du sol importante mais ces plantes peuvent aussi être semées aux alentours de juin c'est-à-dire en Avril ou en Août.

#### IV.1.2 Surface de recouvrement à un mois

Pour la surface de recouvrement du sol, il y a toujours une tendance en cloche. Néanmoins ce ne sont pas toujours les plantes qui ont cette tendance pour la surface de recouvrement du sol à la floraison qui l'ont pour la surface de recouvrement du sol à un mois. Il y a deux catégories de plantes celles qui suivent cette tendance quand la surface de recouvrement du sol est examinée à un mois, celle qui suivent cette tendance quand la surface de recouvrement du sol est regardée à la floraison et celle qui suivent cette tendance pour les deux dates. Le premier groupe est représenté par *Eleusine Coracana*, *Rétusa* et *Stylosanthes Guyanensis*. Pour ce groupe sans doute



### III.2.3 Date de floraison

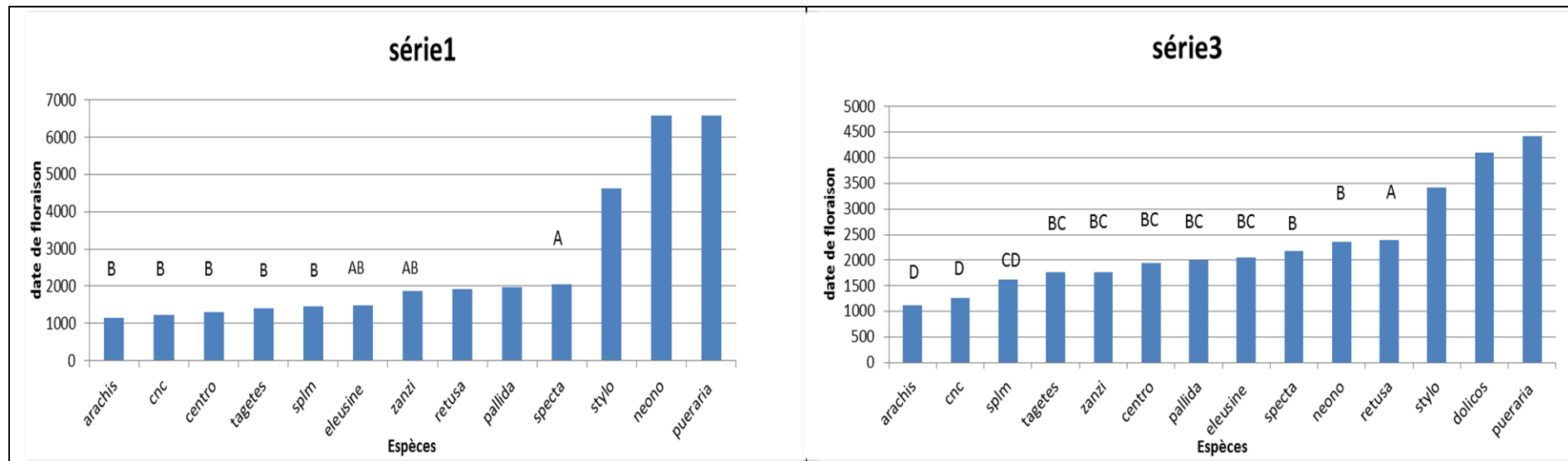


Figure 3 : Classement dans l'ordre croissant de la surface de recouvrement de sol des plantes testées de la série1 et de la série3 par rapport aux degrés cumulés à la floraison. Les barres surmontées de lettres différentes sont significativement différentes ( Les plantes n'ayant pas d'annotations n'ont pas pu être testées.)

que la date de semi n'influence pas la dynamique de croissance car elle change au cours du temps. Dans le deuxième groupe il y a *Dolichos* et *Neonotonia Wightii*. Pour ce groupe, la même conclusion que pour le groupe précédent peut être faite.

Pour le troisième groupe, la conclusion qui peut être faite c'est que la date de semi influence leur couverture du sol pendant tout le cycle. Ce groupe comprend : *V. unguiculata* var. *Cnc*, *Specta*, *V. unguiculata* var. *Splm1*, *Tagetes Patula* et *Crotalaria Zanzibarica*.

#### **IV.1.3 Date de floraison (cumul de température à la floraison)**

Pour *Arachis Pintoï*, *Pintoï*, *Centrosema Pascuorumsema*, *Eleusine Coracana*, *Pallida*, *Pueraria Phaseolides*, *V. unguiculata* var. *Splm1*, *Stylosanthes Guyanensis*, *Crotalaria Zanzibarica* le cumul de température à la floraison est significativement différent. Ce qui signifie que d'autres facteurs à part la température jouent un rôle pour la floraison. Ces facteurs ne peuvent pas être le rayonnement global cumulé, ni le nombre de jours après semi car ils sont corrélés au cumul de température à la floraison. D'autres facteurs tels que la pluviométrie, le vent... pourrait sans doute expliquer ces différences significatives.

### **IV.2 Différence entre espèce d'une même série**

#### **IV.2.1 Surface de sol recouverte à la floraison**

A la floraison, les surfaces de sol recouvertes sont significativement différentes entre espèces. Ce qui signifie que le facteur espèce a un rôle sur la couverture du sol. Pour expliquer ces différences on pourrait faire l'hypothèse qu'à la floraison les plantes pérennes ont une surface de sol recouverte plus faible que les plantes vivaces. Mais ce n'est pas le cas car on observe un continuum entre les espèces testées mais pas de groupes. Avec ces résultats on peut dire que le cycle de la plante n'a pas d'influence sur la surface de sol recouverte à la floraison.

#### **IV.2.2 Surface de sol recouverte à un mois de la date de semi**

A un mois de la date de semi, la surface de sol recouverte est différente entre les espèces. Ce qui signifie que le facteur espèce a aussi un rôle sur la couverture du sol à un mois de la date de semi. Comme dans le cas de la surface de sol recouverte à la floraison, on peut faire l'hypothèse que ces différences peuvent s'expliquer grâce au cycle de la plante. Cette hypothèse peut être rejetée car les plantes de cycles différents se retrouvent indifféremment dans les deux groupes pour la série 1 et la série 3. Donc notre hypothèse peut être rejetée.

#### **IV.2.3 Date de floraison et photopériode**

Quand toutes les séries sont comparées, pour *Arachis Pintoï*, *V. unguiculata* var. *Cnc*, et *V. unguiculata* var. *Splm1* accumulent toujours moins de degrés cumulés à la floraison. Pour expliquer cela, une hypothèse possible serait que la floraison de ces plantes dépend de la photopériode. Cette hypothèse peut être rejetée car ces plantes ne sont pas photopériodique (voir annexe).

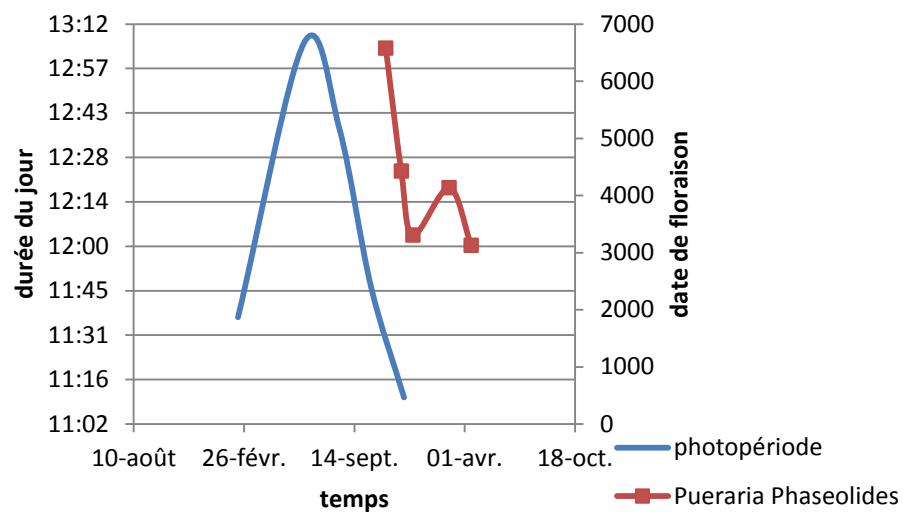


Figure 8 : Date de floraison de *Pueraria Phaseolides* en fonction de la photopériode du 18 novembre 2011 au 10 juillet 2012

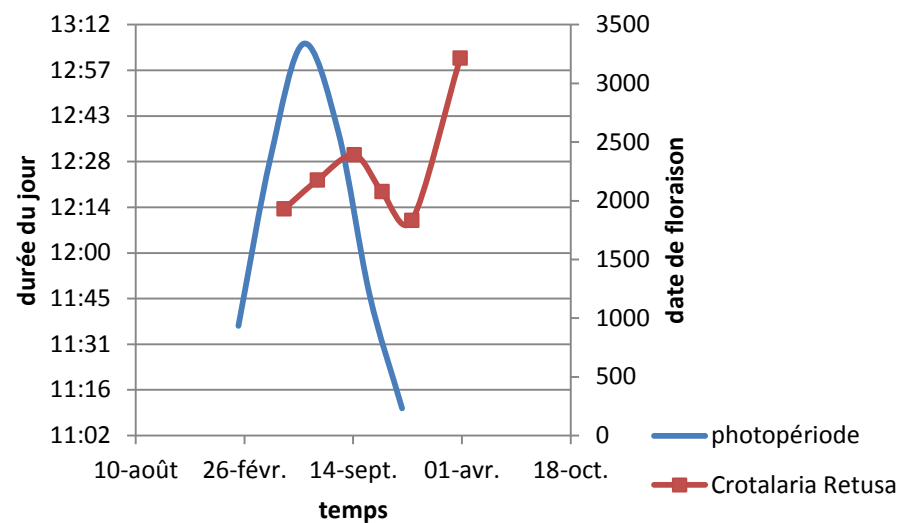


Figure 9 : Date de floraison de *Crotalaria Retusa* en fonction de la photopériode du 18 novembre 2011 au 10 juillet 2012

Les résultats montrent que *Pueraria Phaseolides* a besoin d'accumulé plus de degrés pour arriver à la floraison. Ceci peut s'expliquer différemment en prenant en compte la photopériode. En effet *Pueraria Phaseolides* est une plante de jour court. C'est donc la longueur du jour qui agit sur la rapidité avec laquelle elle met en place son stade de floraison et non le cumul de température. (Voir annexe)

Pour les autres plantes de jour court (*Dolios* et *Neonotonia Wightii*), il n'y a pas de tendance particulièrement à part que la température n'agit pas sur leur date de floraison.

#### IV.2.4 Validité des traits utilisés en milieu contrôlé et au champ

Pour savoir si les résultats obtenus en laboratoire étaient toujours valables au champ, deux traits fonctionnels avaient été choisis le SLA et l'AGR. Concernant ces deux traits il y avait une différence entre les résultats obtenus au laboratoire et ceux pris au champ. Toutes les plantes n'ont pas pu être testées car certaines ont été testées en milieu contrôlé sans être testée au champ et inversement. Ce qui peut s'expliquer d'une part par les facteurs abiotique c'est-à-dire les facteurs édaphiques (la structure du sol, la granulométrie, la teneur en sels minéraux, la teneur en humus, la salinité), les facteurs climatiques (la température, la pluviométrie, la lumière...), les facteurs chimiques et les facteurs topographiques. D'autre part ceci peut s'expliquer par les facteurs biotiques. Dans ce cas il peut y avoir les interactions entre les plantes ou les interactions qu'elles ont avec les nuisibles. En effet, les plantes « *Crotalaria Zanzibarica* » étaient souvent décimées par les fourmis manioc. On peut aussi penser que certaines plantes avaient une croissance plus importante en laboratoire car elles n'étaient pas soumises à des interactions allélopathiques. Cette dernière n'a pas été examinée donc elle reste une hypothèse. On pourrait faire aussi l'hypothèse que l'amendement apporté ne convenait pas à toutes les plantes. En effet, toutes les plantes ne sont pas des légumineuses (*Eleusine Coracana*, *Tagetes Patula*) donc elles ont besoin d'un apport en azote différents. Cette hypothèse semble être vérifiée pour *Eleusine Coracana* car ces surfaces foliaires à 1 mois et à la floraison sont faibles. Tandis que les surfaces foliaire (à un mois et à la floraison) pour *Tagetes Patula* restent faibles mais ce ne sont pas les plus faibles. Il aurait fallu tester plus de plantes non légumineuses pour vérifier cette hypothèse.

Une autre hypothèse qui peut être faite c'est que les traits utilisés en milieu contrôlés ne permettent pas d'évaluer la capacité de couverture au champ.

#### IV.3 Plantes retenues par rapport aux traits fonctionnels

Le but de ce stage est de pouvoir chercher une plante de couverture qui pourrait se mettre en place rapidement et durablement donc qui aura une date de floraison plus élevée par rapport aux autres. Néanmoins ce dernier critère ne peut s'appliquer aux plantes vivaces car elles ne peuvent faire qu'un cycle.

Les plantes qui répondent à cela sont *V. unguiculata* var. *Cnc* et *V. unguiculata* var. *Splm1*. car leur surface de recouvrement à la floraison est élevée et leur date de floraison est aussi

Espèces	Classement SLA au champ	Classement SLA en milieu contrôlé
Crot. Retusa	1	2
Eleus. Coracana	2	1
Styl. Guyanensis	3	8
Crot. Spectabilis	4	5
Arach. Pintoi	5	3
Centr. Pascuorum	6	7
Crot. Zanzibarica	7	11
Puer. Phaseolides	8	9
Tag. Patula	9	6
Crot. Pallida	10	4
Neon. Wightii	11	10

**Tableau 8 : Comparaison SLA au champ et en milieu contrôlé**

Espèces	Classement AGR au champ	Classement AGR en milieu contrôlé
Crot. Pallida	1	5
Styl. Guyanensis	2	1
Eleus. Coracana	3	10
Crot. Zanzibarica	4	6
Crot. Retusa	5	2
Tag. Patula	6	9
Puer. Phaseolides	7	8
Crot. Spectabilis	8	7
Centr. Pascuorum	9	4
Neon. Wightii	10	11
Arach. Pintoi	11	3

**Tableau 9 : Comparaison AGR au champ et en milieu contrôlé**

importante en comparaison des autres plantes. De plus ce ne sont pas des plantes photopériodiques donc elles pourront être plantées pendant toute l'année.

## V. Conclusion

Le travail effectué au sein de ce stage avait pour but de conclure sur la stabilité et la vitesse de mise en place des 14 plantes de couvertures testées. En effet, les plantes choisis devaient allier ces deux qualités.

L'évaluation des surfaces de couverture à la floraison montre deux tendances (décroissante et en cloche) que toutes les plantes ont une période où elles se développent mieux. Ce qui signifie que pour chaque plante de couverture, il faut prendre en compte la date de semi afin d'avoir un recouvrement maximal.

Lorsque l'on regarde la surface de couverture à un mois du semi, nous pouvons conclure que les tendances obtenues à un mois ne sont pas toujours les mêmes à la floraison. Donc certaines plantes poussent relativement vite au début de leur croissance puis leur dynamique de croissance et leurs vitesses de croissance changent. Ce facteur est important car il faut trouver un compromis entre la rapidité avec laquelle la plante se développe et sa stabilité. Or si une plante se développe très vite dans un premier et qu'ensuite sa vitesse de développement diminue sera-t' elle considérée comme une plante qui se développe rapidement.

Ce qui signifie que le trait fonctionnel à un mois ne peut être seul à être pris en compte pour connaître la surface de recouvrement d'une plante, il faut aussi connaître la surface de recouvrement du sol à la floraison et inversement.

Pour la date de floraison, l'effet série est significatif pour plusieurs plantes, pour celles où ça ne s'explique pas, la photopériode peut être un facteur déterminant.

L'effet des plantes sur la même série montre, le cycle des plantes n'influence pas dans les résultats car les plantes pérennes et les plantes annuelles ne sont pas dans les mêmes groupes.

A la vue des résultats, les plantes que l'on pourrait retenir par rapport aux critères que l'on recherche chez une plante de couverture sont : *V. unguiculata* var. *Cnc*, et *V. unguiculata* var. *Splm1*. En effet, elles se mettent en place rapidement et elles ont une surface de recouvrement importante quand elles sont comparées aux autres plantes.

Pour aller plus loin, il faudrait chercher des plantes de couverture qui pourraient satisfaire le producteur autre que pour des raisons relatives aux intrants c'est-à-dire des plantes de couverture comestible car elles pourraient rendre au producteur son investissement. Il faudrait aussi chercher d'autres traits fonctionnels pour estimer ce qui se passera aux champs grâce aux mesures faites en milieu contrôlé. Les données sur *Arachis Pintoï* ne sont pas équivalente aux autres car c'est une plante pérenne qui fleurie rapidement. Il faudrait chercher d'autres traits fonctionnels à lui appliquer car la surface de recouvrement à la floraison et la date de floraison ne peuvent pas lui être appliquée comme pour les autres plantes. Le dernier point qui aurait pu être étudié est la température de base car elles auraient pu nous aider à comprendre certains résultats.



## Références bibliographiques

- A. Lassoudière, Le bananier et sa culture (2007) Savoir faire, Editions Quae
- A. Lassoudière, Le bananier : un siècle d'innovations techniques (2012) Editions Quae
- A.G Stone et al. 2004 Suppression of soilborne diseases in field agricultural systems: organic matter management, cover cropping, and other cultural practices
- Bello et al.2009 Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits
- Cyrille Violle, et Al. Let the concept of trait be functional!
- E.Z. Nyakatawa et al. 2000
- Francis C., et al. J. Sustainable Agriculture 22:99-118. Agroecology: The Ecology of Food Systems (2003)
- Garnier and Navas 2010 A trait-based approach to comparative functional plant ecology: concepts, methods and applications for agroecology.
- Guérin Chloé - Rapport de stage - 2011 Relation entre les traits fonctionnels de plante de service et la vitesse d'installation du couvert
- Hoffmann W. A. and Poorter H.,(2002), Avoiding Bias in Calculations of Relative Growth Rate,Annals of Botany, 90 , pp. 37-42.
- J. S. Strock et al. 2004 Cover Cropping to Reduce Nitrate Loss through Subsurface Drainage in the Northern U.S. Corn Belt
- J.Ganry Specific diversity of plant populations at rainfed scale and crop protection: the example of banana production in the French West Indies (2003)
- Malézieux E., et al. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. Agronomy for Sustainable Development, 29, pp.43-62.
- Marie Houdart, Muriel Bonin et Ludovic Temple Dynamique d'acteurs (agriculteurs et institutions) et innovation agro-écologique pour la gestion des risques environnementaux en Guadeloupe
- Miguel A. Altieri The ecological role of biodiversity in agroecosystems (1999)
- N.G. den Hollander Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design: Competitive ability of several clover species (2006)
- P. Texier -Thèse -Conception assistée par modèle de systèmes de culture durables: Application aux systèmes bananiers de Guadeloupe (2004)
- T.Doré et Al. Approche agronomique de l'allélopathie(2004)





Teasdale J. R.(1993). Reduced herbicide weed management systems for no tillage corn (*Zea mays*) in a hairy vetch (*Vicia villosa*) cover crop. *Weed Technology*, 7, pp.879-883.

Teasdale J. R.(1996). Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. *Journal of Production Agriculture*, 9, pp.475-479.

Temple l., Cirad, UMR, Moisa, Houdart , cemagref, Dorel m.,cirad, UPR Systèmes Bananes et Ananas Joubert n. Chambre agriculture du var, Bonin m., Cirad, UMR tetis

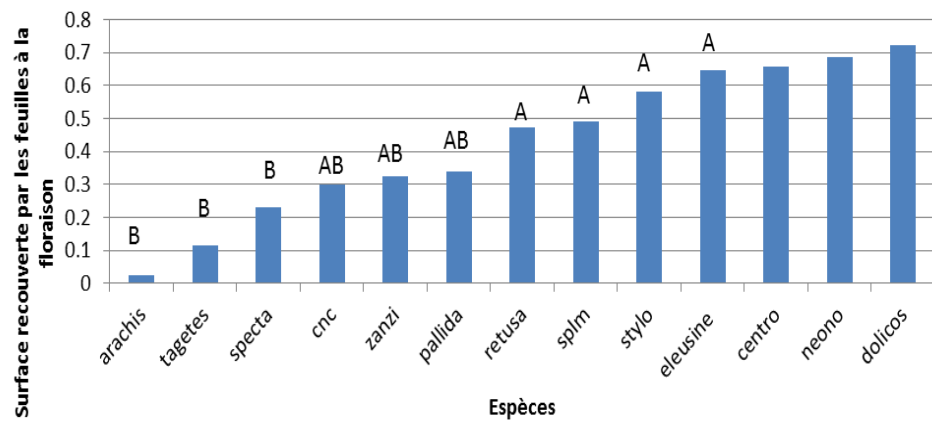
Wei Zhanga, et al. Ecosystem services and dis-services to agriculture

Wright and al. 2004 The worldwide leaf economics spectrum

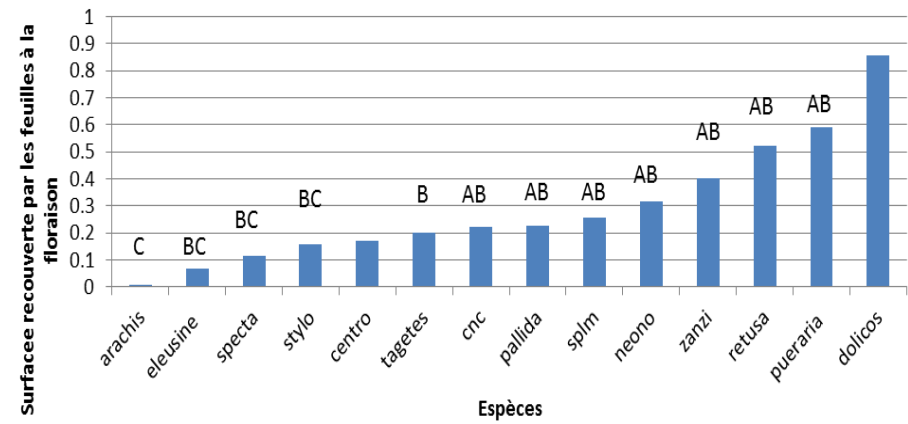


# Annexes

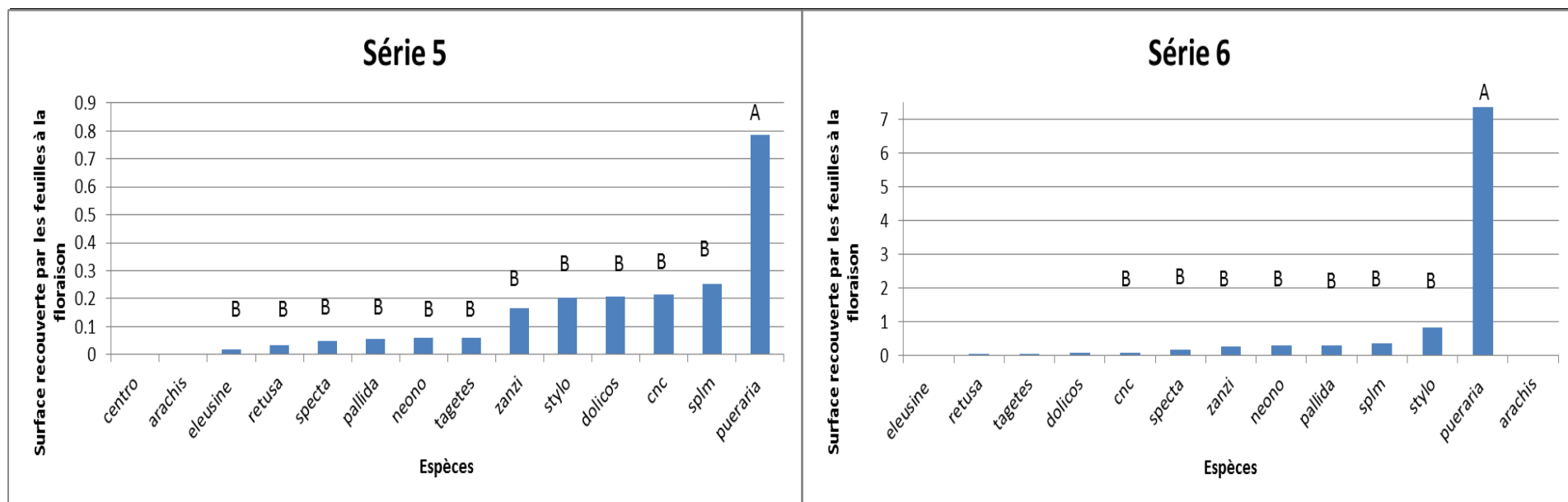
Série 2



Série 4



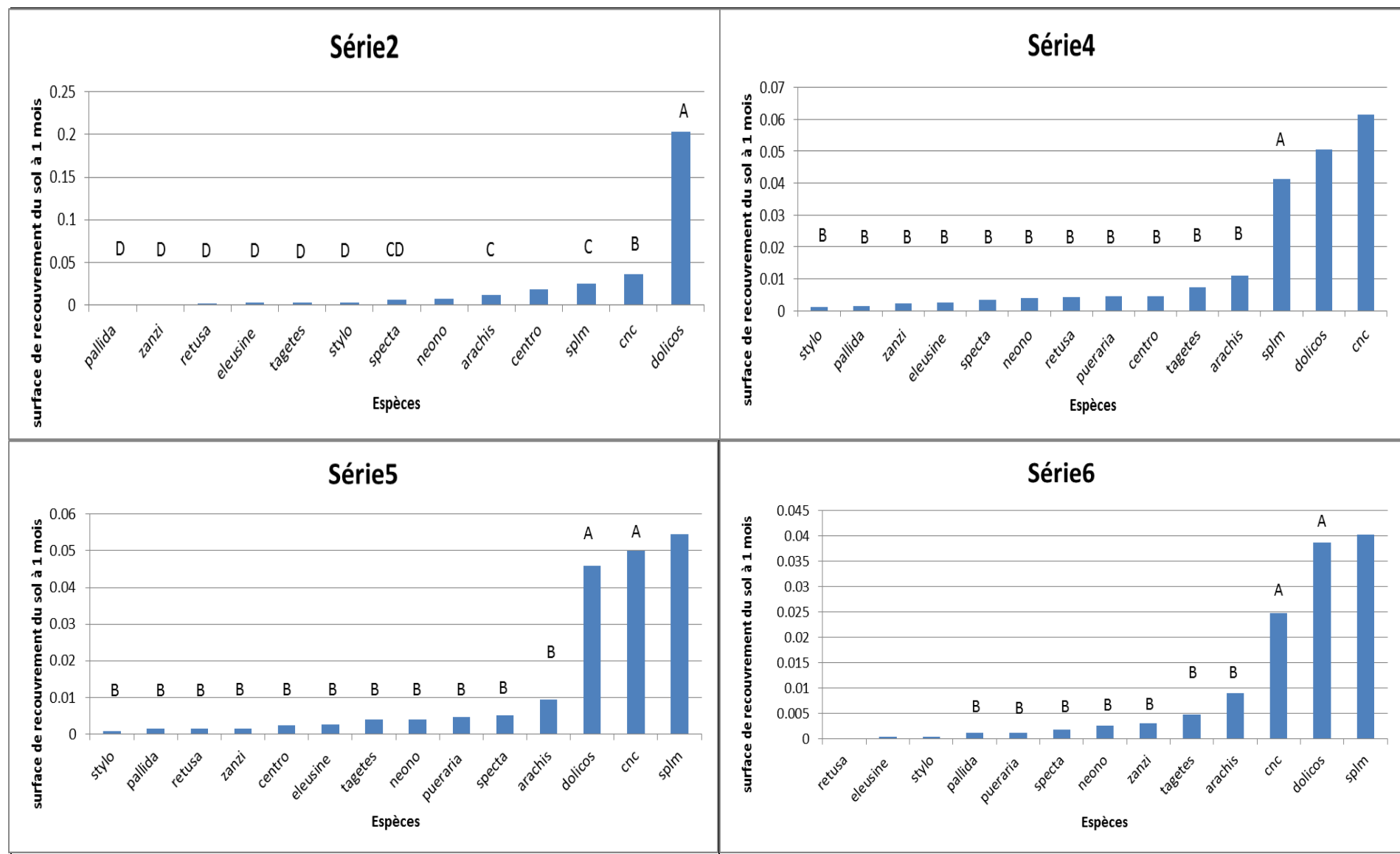




Annexe 1 : Surface de sol recouverte par les feuilles à la floraison en fonction des espèces. Les espèces sans annotations n'ont pas pu être testées

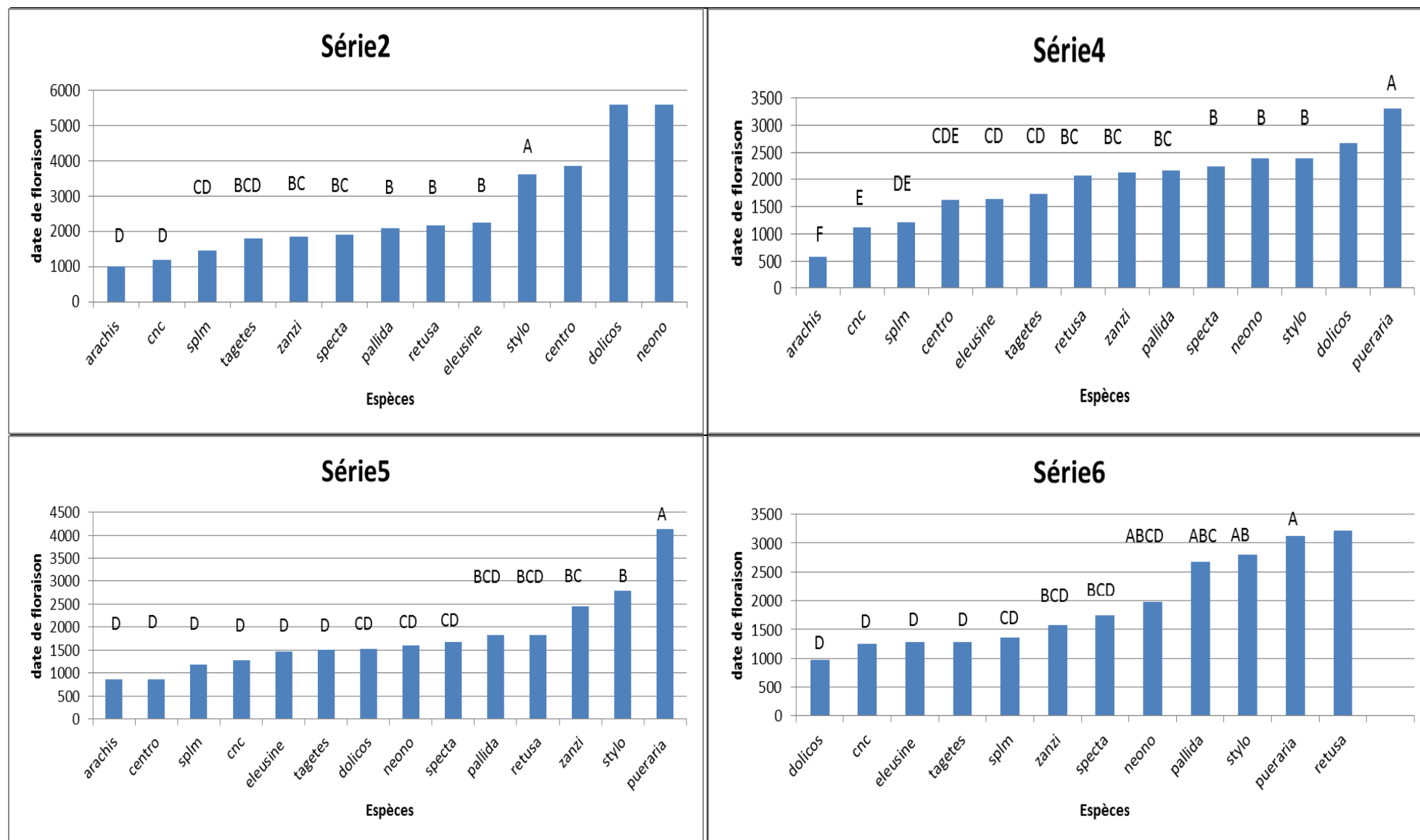






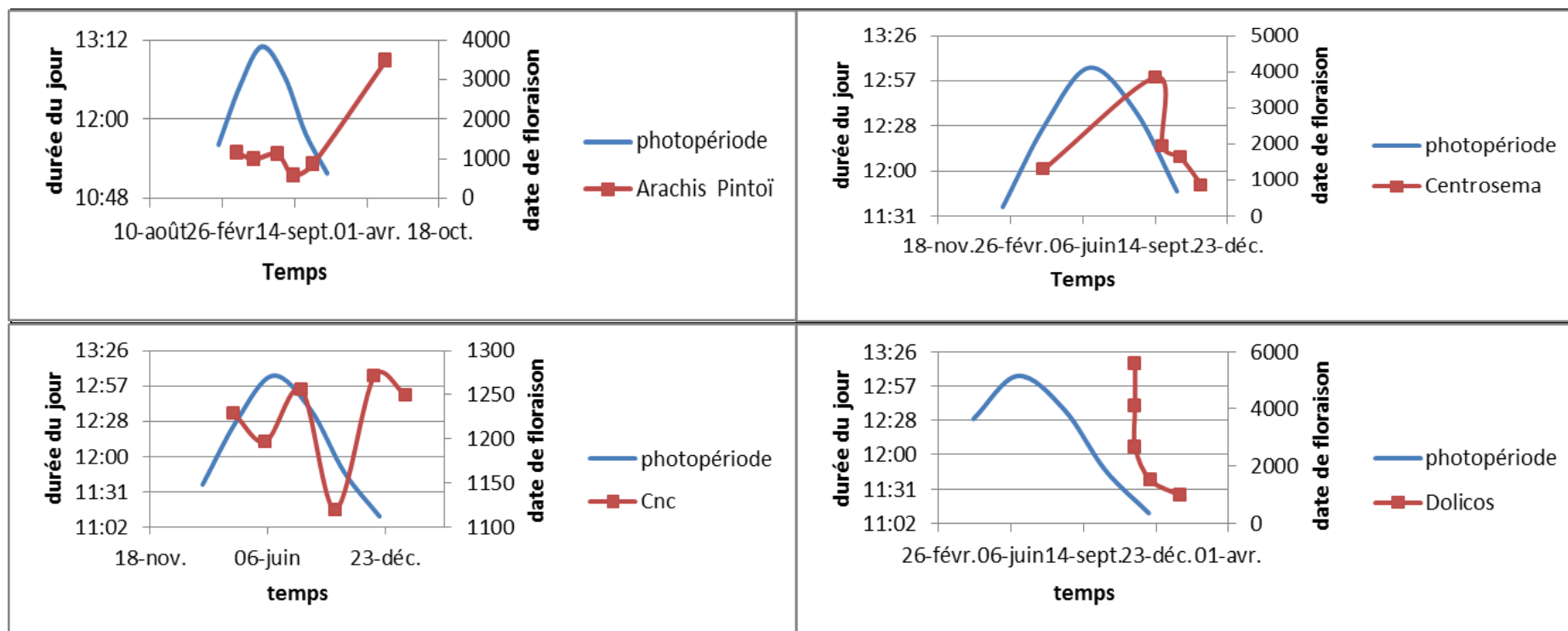
Annexe 2 : Surface de sol recouverte par les feuilles à 1 mois de la date de semi en fonction des espèces. Les espèces sans annotations n'ont pas pu être testées



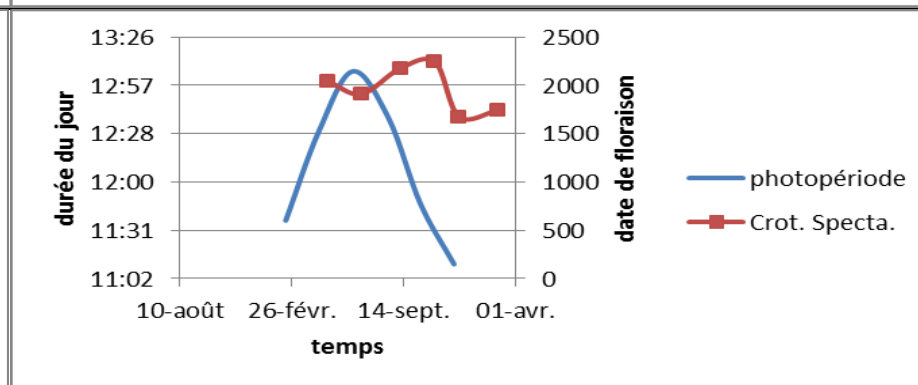
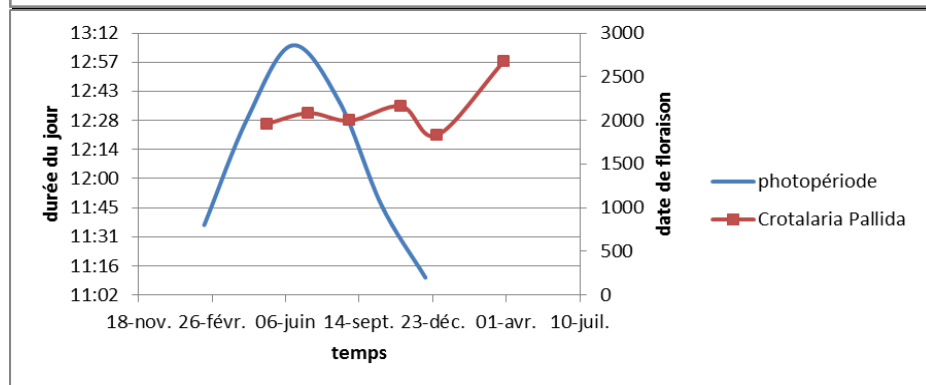
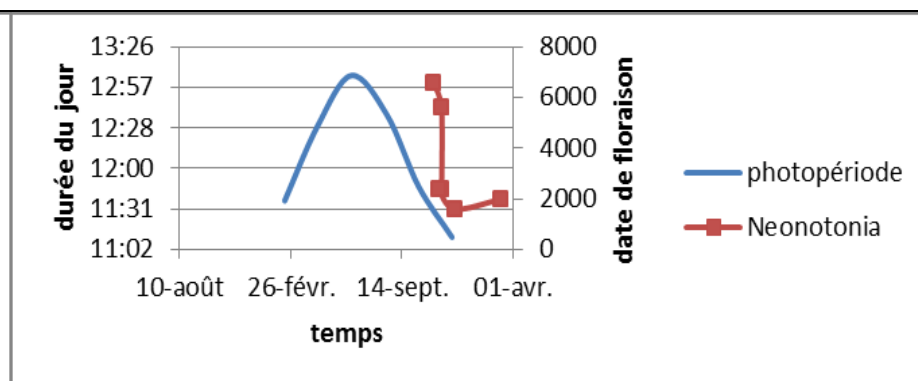
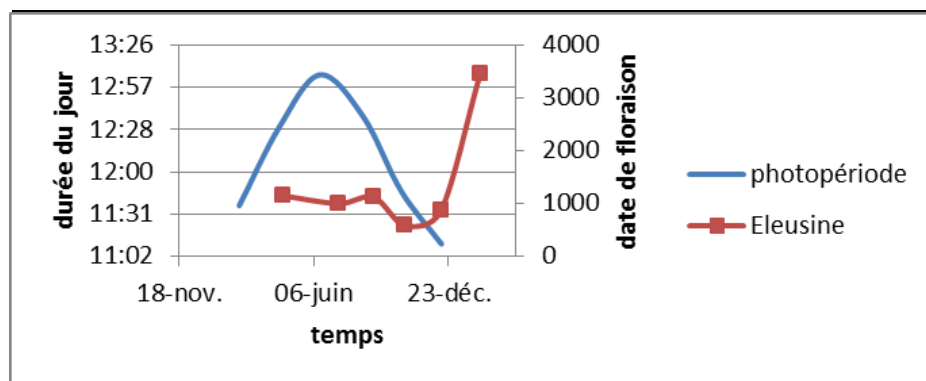


Annexe 3 : Date de floraison en fonction des espèces. Les espèces sans annotations n'ont pas pu être testées



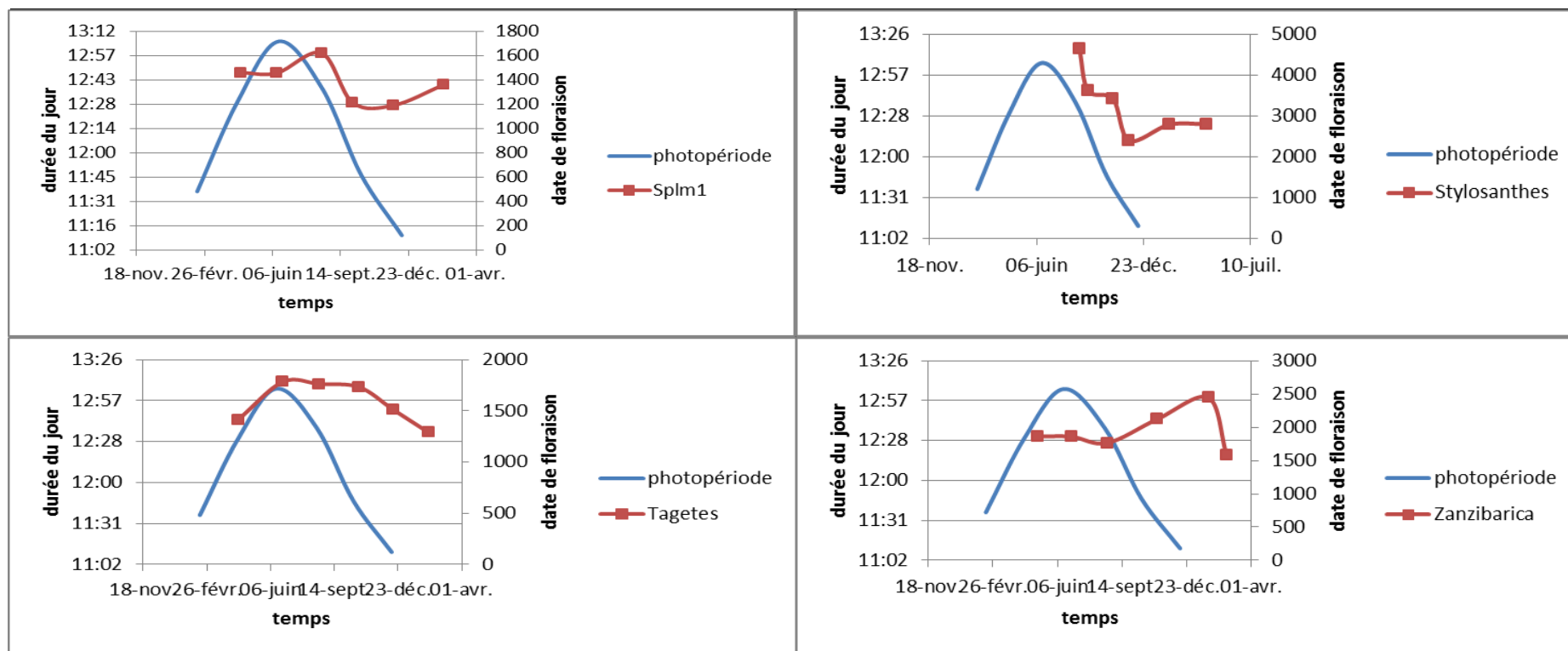












Annexe 4 : Photopériode des différentes espèces testées ;